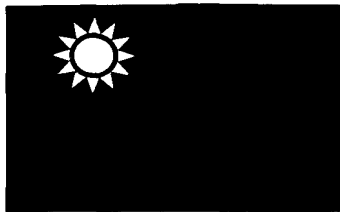


1043



中華民國經濟部智慧財產局

INTELLECTUAL PROPERTY OFFICE  
MINISTRY OF ECONOMIC AFFAIRS  
REPUBLIC OF CHINA

茲證明所附文件，係本局存檔中原申請案的副本，正確無訛，  
其申請資料如下：

This is to certify that annexed is a true copy from the records of this  
office of the application as originally filed which is identified hereunder：

申請日：西元 2003 年 03 月 04 日  
Application Date

申請案號：092104599  
Application No.

申請人：威凱科技股份有限公司  
Applicant(s)

局長  
Director General

蔡練生

發文日期：西元 2003 年 5 月 14 日  
Issue Date

發文字號：09220483220  
Serial No.

申請日期：	IPC分類
申請案號：	

(以上各欄由本局填註)

## 發明專利說明書

一、 發明名稱	中 文	白光發光二極體元件
	英 文	
二、 發明人 (共3人)	姓 名 (中文)	1. 賴穆人 2. 劉家呈 3. 張炯煌
	姓 名 (英文)	1. 2. 3.
	國 籍 (中英文)	1. 中華民國 TW 2. 中華民國 TW 3. 中華民國 TW
	住居所 (中 文)	1. 新竹科學工業園區新竹市工業東四路34號2樓 2. 新竹科學工業園區新竹市工業東四路34號2樓 3. 新竹科學工業園區新竹市工業東四路34號2樓
	住居所 (英 文)	1. 2. 3.
三、 申請人 (共1人)	名稱或 姓 名 (中文)	1. 威凱科技股份有限公司
	名稱或 姓 名 (英文)	1. VTERA TECHNOLOGY INC.
	國 籍 (中英文)	1. 中華民國 TW
	住居所 (營業所) (中 文)	1. 新竹科學工業園區新竹市工業東四路34號2樓 (本地址與前向貴局申請者相同)
	住居所 (營業所) (英 文)	1.
	代表人 (中文)	1. 郭智輝
	代表人 (英文)	1.



四、中文發明摘要 (發明名稱：白光發光二極體元件)

本發明係揭露一種白光發光二極體，其係以碲化鋅或硒化鋅為基板，且於基板上藉由設置一單晶結構之磷化硼緩衝層，致使一立方晶體之藍光二極體可直接磊晶成長於該磷化硼緩衝層上。當此藍光二極體發出波長為450nm至470nm之藍光時，碲化鋅或硒化鋅基板則吸收其部分藍光後，發出波長為550nm之黃綠光。此黃綠光遂與藍光混和後，即產生白光。

五、(一)、本案代表圖為：第 3 圖

(二)、本案代表圖之元件代表符號簡單說明：

300：基板

302：磷化硼緩衝層

304：第一型氮化鎵束縛層

306：活性層

308：第二型氮化鎵束縛層

312：第一型電極

310：第二型電極

六、英文發明摘要 (發明名稱：)



一、本案已向

國家(地區)申請專利

申請日期

案號

主張專利法第二十四條第一項優先權

無

二、☐主張專利法第二十五條之一第一項優先權：

申請案號：

無

日期：

三、主張本案係符合專利法第二十條第一項☐第一款但書或☐第二款但書規定之期間

日期：

四、☐有關微生物已寄存於國外：

寄存國家：

寄存機構：

寄存日期：

寄存號碼：

無

☐有關微生物已寄存於國內(本局所指定之寄存機構)：

寄存機構：

寄存日期：

寄存號碼：

無

☐熟習該項技術者易於獲得,不須寄存。



## 五、發明說明 (1)

### 【發明所屬之技術領域】

本發明是有關於一種白光二極體元件，特別是藉由在碲化鋅或硒化鋅為基板上設置一單晶結構之磷化硼緩衝層，致使一立方晶體結構之藍光二極體可直接磊晶成長於該磷化硼緩衝層上。

### 【先前技術】

由於發光二極體(light emitting diode, LED)具有體積小、重量輕、高效能、壽命長等優點，因此，在現有已發展出紅、藍、綠等單色之發光二極體的基礎上，且應用於特殊顯示器之背景光，例如：手機及液晶顯示器之背景光。此外，更由於藍光二極體的出現，業者遂開始致力於研發白色之發光二極體，以期能夠取代電燈泡或螢光燈之照明設備。

在習知技藝中，第1圖係顯示一以橫向電極為設計結構之發光二極體的剖面示意圖。一第一束縛層，如N型氮化鎵(GaN)層11位於一基底，如藍寶石(sapphire)層10之上(在基底與第一束縛層之間通常包含一緩衝層(圖未示))。圖中，另，一主動層，如GaInN層12位於第一束縛層之上。再者，一第二束縛層，如P型氮化鎵(GaN)層13係位於主動層之上。圖中，位於第一束縛層上標號14及第二束縛層上標號15則係分指兩不同極性之電極層，如一n極電極14與一p極電極15分。在習知技藝中，如美國專利第5998925號，目前較常見的白光發光二極體，亦即將上述



## 五、發明說明 (2)

堆疊結構封裝時，於其封裝罩內包覆一含磷光體，如磷-鋁石榴石層16(YAG phosphor)，以藉由將上述堆疊層之主動層所發出的光，如藍光，部分轉換為不同波長之光，如黃光，續藉由兩種光混合，以形成一白光。

然而，上述之橫向電極的發光二極體，其由於磷-鋁石榴石層16係經由吸收部分藍光光源而後轉換為黃光，而致生其黃光光源強度與藍光光源強度的不一致，因此，所混合產生之白光，並不理想。另外，於堆疊結構封裝時，需額外包覆其磷光體，頗為增加封裝時之成本。更者，由於以sapphire為材質的基板10係為絕緣體，而需製作其橫向電極所額外增加之蝕刻製程，使其在第一束縛層表面上製作電極，亦增加了製程的成本。

為此，相對於橫向電極之發光二極體，已有習知技術藉由將基底替換成非絕緣體，而以垂直電極為設計結構之發光二極體，且另提出一可轉換光源波長之基底，如第2圖所示。圖中，其基底，如一N型硒化鋅基材22上。依序在此基底上設置一N型ZnSe緩衝層23、一N型SeSMgZn束縛層24、一ZnCdSe活化層25、一P型SeSMgZn束縛層26及一P型接觸層27。N型ZnSe緩衝層23主要用途係用以增加基底與束縛層24之間晶格之匹配(Lattice Mismatch)程度。而位於ZnCdSe層25兩側的N型SeSMgZn束縛層24與P型SeSMgZn束縛層26，均比ZnCdSe層25具有更寬的能隙(band gap)，可以限制ZnCdSe層25內的電子只在其中進行反應，而不會跑出其外。



### 五、發明說明 (3)

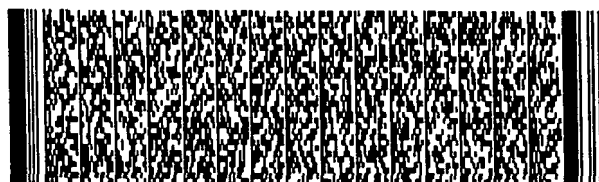
於上述堆疊結構之上下兩側，更有一n極電極21與一p極電極28。當p極電極21與n極電極28提供適當的電壓，處於P-N 接合面上的ZnCdSe活化層25，則會產生藍光。部分的藍光被摻有雜質的N型硒化鋅基材22吸收後，產生黃光。藉由藍光與黃光的混合，則產生白光。

相較於前者橫向電極的製程，後者垂直電極之發光二極體的製程，除較有簡單的製程(不需為電極位置進行蝕料)外，且更免除前者於封裝時需增加一磷光體包覆的額外成本。然而，後者在實際製程當中，其所發出之白光效率卻並不如前者來得好。對此，本發明極欲提出另一種垂直電極之發光二極體的結構，係藉由在p型碲化鋅或硒化鋅為基板，另於此基板上續藉由設置一單晶結構之磷化硼緩衝層，致使一立方晶體之藍光二極體磊晶成長於該磷化硼緩衝層上時，產生更較為匹配的晶格結構，此舉，可有效解決其白光發光效能。另外，在本發明中，採用p型碲化鋅或硒化鋅為基板可藉由摻雜p型雜質將該基本所吸收轉換發出的黃光波長維持在550nm，續藉由將該基板上所磊晶之立方晶體之藍光二極體所發出的藍光波長控制在450nm至470nm，確實能產生更純淨的白光。

#### 【發明內容】

如上所述，本發明之目的係提供一種具垂直電極之排列方式的發光二極體結構。

本發明之目的之二之白光發光二極體結構，其係以p型



#### 五、發明說明 (4)

碲化鋅或硒化鋅為基板，續藉由設置一單晶結構之磷化硼緩衝層，致使一立方晶體之藍光二極體磊晶成長於該磷化硼緩衝層上時，產生更較為匹配的晶格結構。

本發明之白光發光二極體係以一p型碲化鋅或硒化鋅為基板，其上依序設置一單晶結構之磷化硼(BP)緩衝層、一第一型氮化鎵(GaN)束縛層、一活性層、一第二型氮化鎵束縛層，而於碲化鋅基板之下與第二型氮化鎵束縛層之上，更分別包括一第一型電極與一第二型電極，其中第一型氮化鎵束縛層與第二型氮化鎵束縛層具有相反的導電型態，第二型電極與第一型電極亦是，而碲化鋅基板、磷化硼緩衝層、第一型電極與第一型氮化鎵束縛層則具相同的導電型態。

為讓本發明之上述目的、特徵、和優點能更明顯易懂，下文特舉一較佳實施例，並配合所附圖式，作詳細說明如下：

#### 【實施方式】

第3圖顯示本發明之發光二極體30的結構剖面圖。圖中，其係具有垂直排列之電極310及312。另外，圖中，包含一基板300，本發明採用一p型碲化鋅作為基板300，接續於基板300上，藉由一低溫級高溫成長一單晶結構之磷化硼緩衝層302。之後，於單晶結構之磷化硼緩衝層302上依序成長一第一型氮化鎵束縛層304、一活性層306、一第





#### 五、發明說明 (5)

二型氮化鎵束縛層308、一第一型電極312以及一第二型電極310。

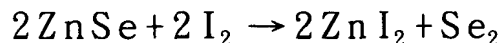
在本發明中，採用p型碲化鋅作為基板300，可使得第一型電極312可製作於基板300之一側，以形成垂直電極之發光元件。另外，此p型碲化鋅於吸收活化層306所發出之部分藍光後，可轉換且發出波長約為550nm的黃綠光，此黃綠光與活化層306所發出之波長約為450nm至470nm之藍光混合後，可產生本發明所需要之白光。

另外，本發明之p型碲化鋅基板可利用一縱向凝結梯度(vertical gradient freeze, VGF)的反應室，將純鋅與純碲混和於一坩鍋中，並填充約20大氣壓之氮氣於反應室中；之後，為形成p型之碲化鋅基板300，則需要於坩鍋中至少再一前驅物，如加入 $\text{ZnP}_2$ 。接著，將反應室的溫度慢慢增加至高於碲化鋅的融點(1295℃)，經純鋅與純碲的同質化(homogenization)後，再以小於10K/cm的梯度慢慢將溫度降下來，即可成為碲化鋅基板。

再者，本發明之基板300，亦可以p型硒化鋅( $\text{ZnSe}$ )為材質，其係利用化學氣相輸送(chemical vapor transport, CVT)法或稱為碘輸送法(iodine transport method)的技術形成，首先，於反應室的底部置入一多晶(polycrystal)硒化鋅，而一硒化鋅的晶種則位於反應室的頂部，並於整個反應室中則充滿著碘的蒸氣；接著，將反應室的底部加入至溫度 $T_1$ ，頂部加熱至溫度 $T_2$ ， $T_2$ 約為8500C，其中， $T_1$ 小於 $T_2$ ，此時，底部將進行如下的反應



## 五、發明說明 (6)



當上述反應的產物 $\text{ZnI}_2$ 與 $\text{Se}_2$ 的蒸氣上升至頂部，將被反應室頂部的硒化鋅晶種冷卻，而進行上述反應之逆反應，因此，碲化鋅將以與硒化鋅晶種同一結晶方向，繼續於硒化鋅晶種上累積並生長。而蒸氣 $\text{I}_2$ 將循環至底部，繼續上述之反應。於此過程中，將底部之硒化鋅帶往頂部形成結晶的蒸氣 $\text{I}_2$ ，會很自然地被並頂部的硒化鋅吸收，使硒化鋅自然地轉變為n型硒化鋅，除了 $\text{I}_2$ 以外，可藉由摻雜其p型前驅物，使硒化鋅轉為p型硒化鋅，其他如Al、Cl、Br、Ga、In的摻入，則可使硒化鋅轉為n型硒化鋅。而這些摻質，可用於控制其於吸收藍光之後，所發出黃光之波長。

最後，再進行回火步驟，以修補硒的空缺。首先，於鋅的蒸氣環境中，將硒化鋅結晶加熱至約 $1000^\circ\text{C}$ ，持續約50小時；接著，以 $60^\circ\text{C}/\text{min}$ 的速度將硒化鋅晶種冷卻下來，以得到品質較佳的硒化鋅結晶。

在本發明中，單晶結構之磷化硼緩衝層302可形成於上述基底之晶面上。上述基板300，可先以適當溶液化學清洗，接著在 $\text{H}_2$ 氣氛下，將基板300加熱至約 $900^\circ\text{C}$ ，再清除基板300之上表面的氧化物，接續利用鹵化物氣相磊晶法(halide vapor phase epitaxy)，以 $\text{H}_2$ 作為承載氣體(carrier gas)，以氯化硼( $\text{BCl}_3$ )與氯化磷( $\text{PCl}_3$ )或氯化硼



##### 五、發明說明 (7)

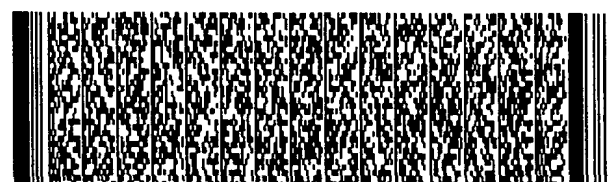
(BCl<sub>3</sub>) 與磷化氫(PH<sub>3</sub>) 作為前驅物，先於溫度約300℃上下進行低溫磷化硼層磊晶，其厚度約為400nm，之後，再將溫度上升約至1000℃上下，以進行高溫磷化硼層磊晶，持續反應約60分鐘，其厚度約為4560nm。

磷化硼係為閃鋅礦結構(zinc blende structure)，

其晶格常數約為4.53 Å，而磷化硼層與閃鋅礦結構之氮化鎵的晶格常數約為4.51 Å，兩者的晶格差異約為0.6%，可使後續磊晶層具有完美晶體結構，以提升元件發光效率與使用壽命。

本發明之第一型氮化鎵束縛層304，具立方晶體結構，可視需求而增加其他元素組成，形成Al<sub>x</sub>In<sub>y</sub>Ga<sub>1-x-y</sub>N(0<x<1，0<y<1，x+y=1)或是Al<sub>x</sub>Ga<sub>y</sub>N<sub>1-x-y</sub>P(0<x<1，0<y<1，x+y=1)，例如氮化鎵(GaN)、氮化銦鎵(InGaN)、氮化鋁鎵(AlGaN)或磷氮化鎵(GaNP)，且使用的前驅物通常為甲基聯胺系或是氨(NH<sub>3</sub>)；以氮化鎵(GaN)為例，其前驅物可包括一甲基聯胺(monomethyl hydrazine；MMH)與三甲基鎵(trimethyl gallium；TMG)，透過有機金屬氣相磊晶法(metal organic vapor phase epitaxy；MOVPE)，以形成第一型氮化鎵束縛層304在磷化硼緩衝層302之上。

本發明之活性層306，具立方晶體結構，設於上述第一型氮化鎵束縛層304上，可由氮化鎵系半導體所構成，例如In<sub>y</sub>GaN，0<y<1，且利用MOVPE法，另以、三甲基銦



##### 五、發明說明 (8)

(trimethyl indium ; TMIn)、三甲基鎵(trimethyl gallium ; TMG)以及NH<sub>3</sub>為前驅物而形成。當上述y等於0.1時，所製備之元件則可發出波長約405nm之紫外光；當上述y等於0.2時，所製備之元件則可發出波長約470nm之藍光。

位於活性層306上之第二型氮化鎵束縛層308，同樣具立方晶體結構，其形成方法與前述第一型氮化鎵束縛層304形成方法相同。

本發明之第一型電極312設置於上述基板300之下表面，而第二型電極310則設置於第二型氮化鎵束縛層308之上表面。

為了增加發光元件30內部之導電性，使得電流可均勻分散，上述第一型氮化鎵束縛層304可經由摻雜以降低電阻、增加導電性，例如：摻雜IIA族元素(例如:Mg)，使這些材質形成p型導電，或是摻雜VIA族元素(例如:Si)，使這些材質形成n型導電，而上述磷化硼緩衝層302則可經由控制多磷結構(P-Rich)或多硼結構(B-Rich)而形成p型導電或n型導電。必須注意的是，本發明之基板300、磷化硼緩衝層302及第一型氮化鎵束縛層304皆須與第一型電極312具有相同之導電型態。

當然，第二型氮化鎵束縛層308也可經由摻雜以增加導電性，例如：摻雜IIA族元素(例如:Mg)，使其形成p型導電，或是摻雜VIA族元素(例如:Si)，使其形成n型導電。而第二型氮化鎵束縛層308必須與第二型電極310具有相同



#### 五、發明說明 (9)

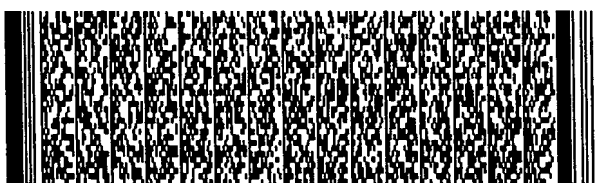
之導電型態。本發明之基板300、磷化硼緩衝層302、第一型氮化鎵束縛層306與第一型電極312這些材質之導電型態與第二型氮化鎵束縛層308、第二型電極310相反。

較佳者，第一型電極312為p型導電型態，所以基板300、磷化硼緩衝層302、第一型氮化鎵束縛層306皆為p型導電型態，至於第二型電極310為n型導電型態與第二氮化鎵束縛層308則為p型導電型態。

綜上所述，本發明所提供之具有垂直排列電極的發光二極體，當有適當的電壓差形成於第一型電極與第二型電極之間時，位於P-N接合面的活化層306會發出波長為450nm至470nm之藍光；接著，碲化鋅基板或硒化鋅基板於吸收藍光後，可放出波長約為550nm的黃綠光，當適當比例的藍光與黃綠光混合後，即可產生白光。

本發明除捨棄傳統以III-V族與IV族為基板之限制，如：藍寶石、GaP、InP、GaAs、等，而改用II-VI族之半導體元素作為發光二極體之基板，如碲化鋅或硒化鋅；而且，本發明所利用之磷化硼緩衝層，可以使得II-VI族之碲化鋅或硒化鋅基板，與後續形成之III-V族氮化鎵束縛層之間，具有較佳晶格的匹配程度，可提供一品質良好且壽命長的發光元件。

本發明已以一較佳實施例揭露如上，然其並非用以限定本發明，任何熟習此技藝者，在不脫離本發明之精神和範圍內，當可作各種之更動與潤飾，因此本發明之保護範圍當視後附之申請專利範圍所界定者為準。



## 圖式簡單說明

### 【圖式簡單說明】

第1圖顯示一以橫向電極為設計結構之白色發光二極體的剖面示意圖。

第2圖顯示一以垂直電極為設計結構之白色發光二極體的剖面示意圖。

第3圖顯示一本發明之發光二極體30的結構剖面圖。

### 圖式標號說明

10：藍寶石(sapphire)層

11：N型氮化鎵(GaN)層

12：GaInN活化層

13：P型氮化鎵(GaN)層

14：n極電極

15：p極電極

16：磷-鎢鋁石榴石層

21：n極電極

22：N型硒化鋅基材

23：N型ZnSe緩衝層

24：N型SeSMgZn束縛層

25：ZnCdSe層

26：P型SeSMgZn束縛層

27：P型接觸層

28：P極電極

300：基板

302：磷化硼緩衝層



圖式簡單說明

304 : 第一型氮化鎵束縛層

306 : 活性層

308 : 第二型氮化鎵束縛層

312 : 第一型電極

310 : 第二型電極



六、申請專利範圍

1. 一種白光發光二極體元件，包括：

一碲化鋅(TeZn)基板；

一單晶結構之磷化硼(BP)緩衝層，其係位於該基板之上；

一立方晶體結構之第一型氮化鎵(GaN)束縛層，其係位於該磷化硼緩衝層之上；

一活性層，其係位於該第一型氮化鎵束縛層之上；以及

一立方晶體結構之第二型氮化鎵束縛層，其係位於該活性層之上，其中該第二型氮化鎵束縛層與該第一型氮化鎵束縛層具有相反導電型態，該活性層係發出一第一波長之光源，該基板係吸收該光源後，發出一第二波長之光源，該第一波長之光源與該第二波長之光源混合產生一第三波長之光源。

2. 如申請專利範圍第1項所述之白光發光二極體元件，更包括：

一第一型電極，其係位於該碲化鋅基底之下；以及

一第二型電極，其係位於該第二型束縛層之上，該第二型電極與該第一型電極具有相反的導電型態。

3. 如申請專利範圍第1項所述之白光發光二極體元件，其中該基板、該磷化硼緩衝層、該第一型電極與該第一型氮化鎵(GaN)束縛層具相同導電型態。

4. 如申請專利範圍第3項所述之白光發光二極體元件，其中該基板具有n型或p型導電型態。





六、申請專利範圍

5. 如申請專利範圍第4項所述之白光發光二極體元件，其中該磷化硼緩衝層可經由控制一多硼結構(B-Rich)而形成一n或p型導電。

6. 一種白光發光二極體元件，包括：

一硒化鋅(SeZn)基板；

一單晶結構之磷化硼(BP)緩衝層，其係位於該基板之上；

一立方晶體結構之第一型氮化鎵(GaN)束縛層，其係位於該磷化硼緩衝層之上；

一活性層，其係位於該第一型氮化鎵束縛層之上；以及

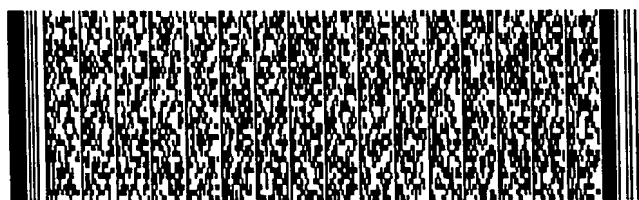
一立方晶體結構之第二型氮化鎵束縛層，其係位於該活性層之上，其中該第二型氮化鎵束縛層與該第一型氮化鎵束縛層具有相反導電型態，該活性層係發出一第一波長之光源，該基板係吸收該光源後，發出一第二波長之光源，該第一波長之光源與該第二波長之光源混合產生一第三波長之光源。

7. 如申請專利範圍第6項所述之白光發光二極體元件，更包括：

一第一型電極，其係位於該基底之下；以及

一第二型電極，其係位於該第二型束縛層之上，該第二型電極與該第一型電極具有相反的導電型態。

8. 如申請專利範圍第6項所述之白光發光二極體元件，其中該基板、該磷化硼緩衝層、該第一型電極與該第



六、申請專利範圍

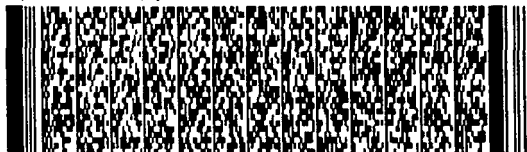
一 型氮化鎵(GaN)束縛層具相同導電型態。

9. 如申請專利範圍第8項所述之白光發光二極體元件，其中該基板具有n型或p型導電型態。

10. 如申請專利範圍第6項所述之白光發光二極體元件，其中該磷化硼緩衝層可經由控制一多硼結構(B-Rich)而形成一n或p型導電。



第 1/17 頁



第 2/17 頁



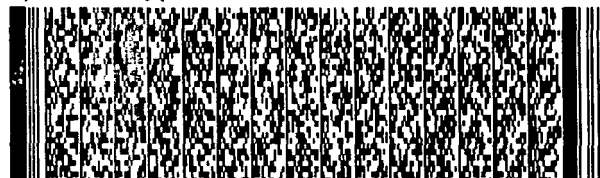
第 3/17 頁



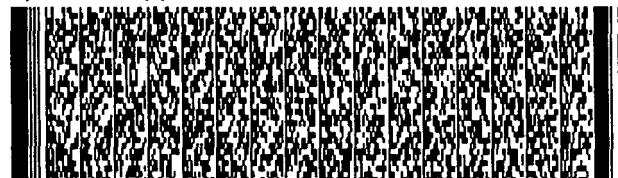
第 4/17 頁



第 4/17 頁



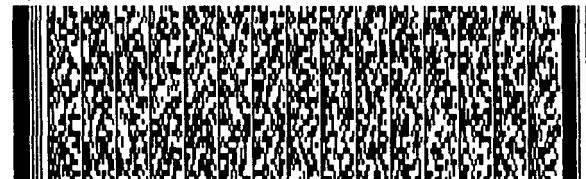
第 5/17 頁



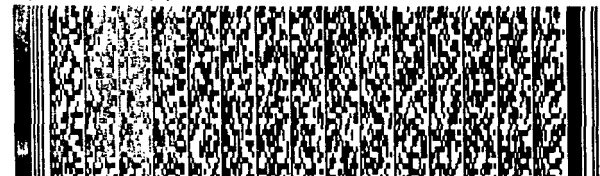
第 5/17 頁



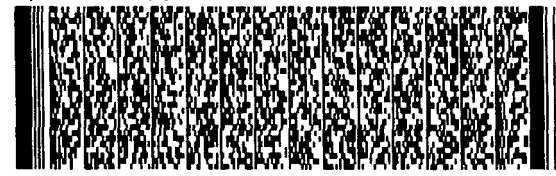
第 6/17 頁



第 6/17 頁



第 7/17 頁



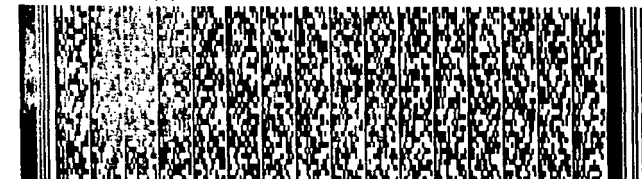
第 7/17 頁



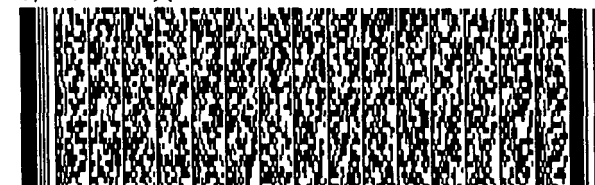
第 8/17 頁



第 8/17 頁



第 9/17 頁



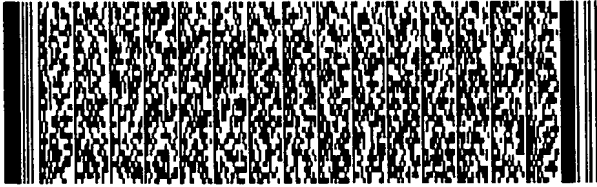
第 9/17 頁



第 10/17 頁



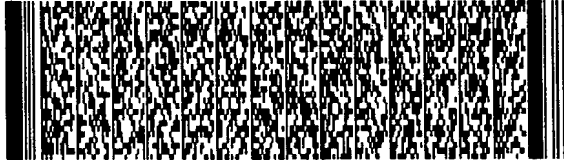
第 10/17 頁



第 11/17 頁



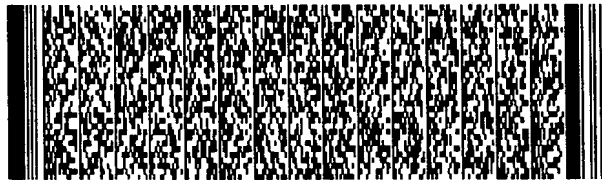
第 11/17 頁



第 12/17 頁



第 12/17 頁



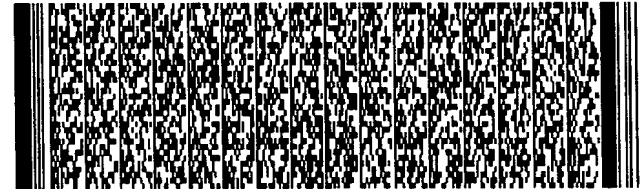
第 13/17 頁



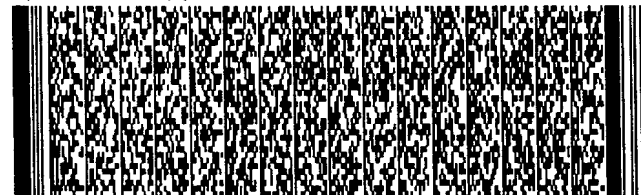
第 14/17 頁



第 15/17 頁



第 16/17 頁

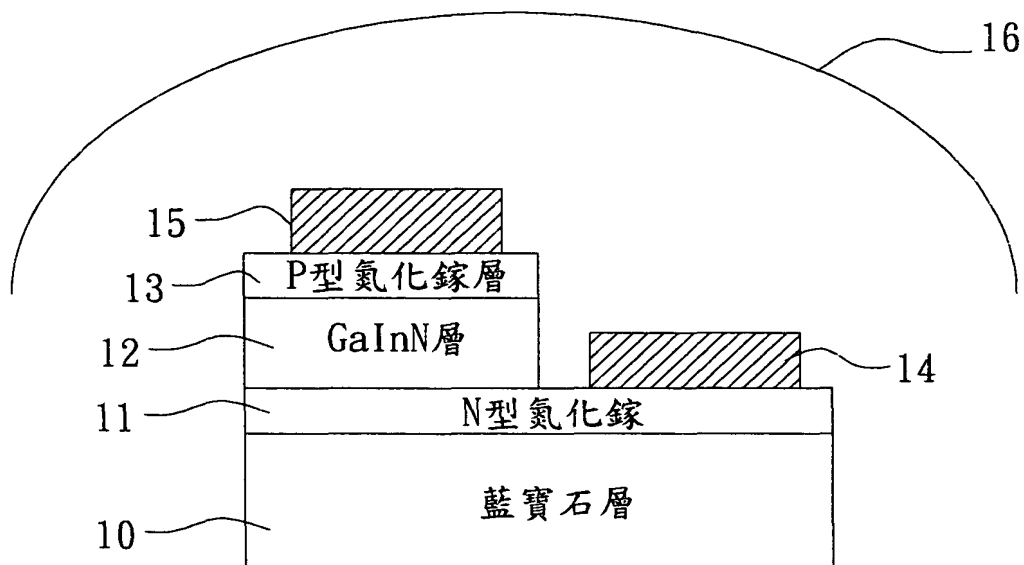


第 17/17 頁

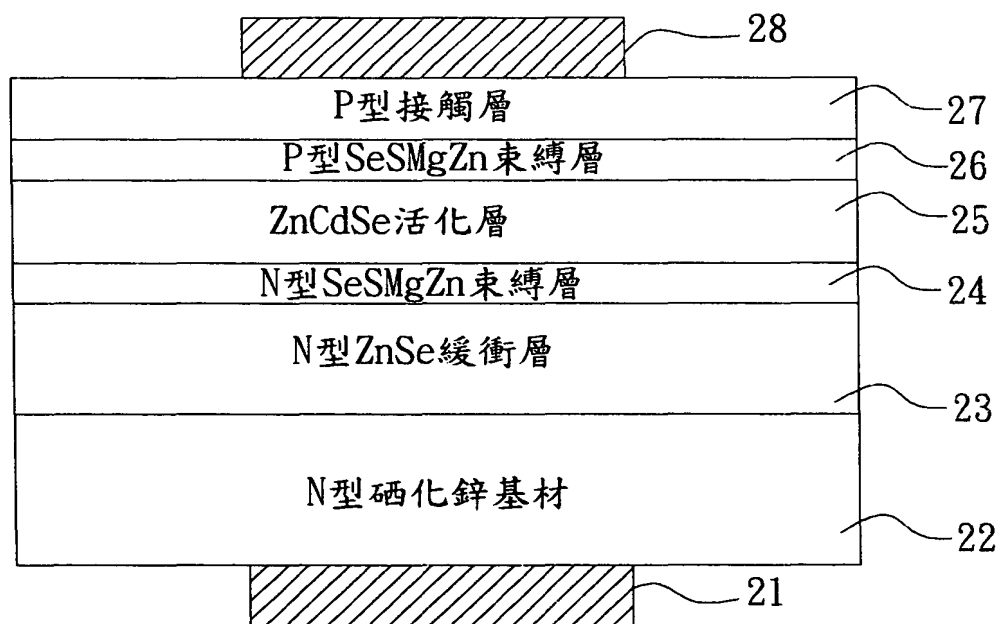


•  
•  
•  
•

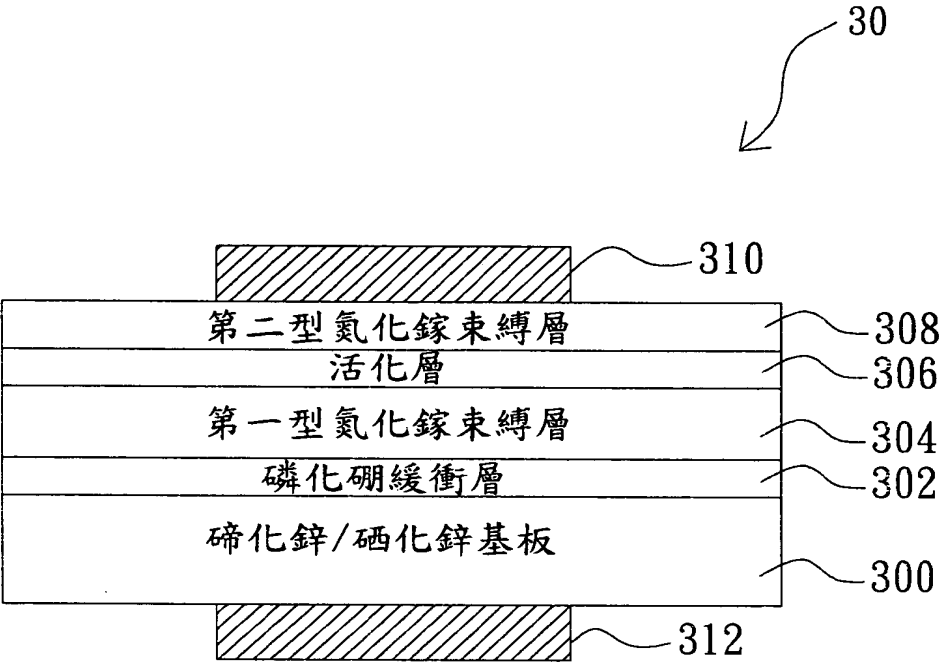
[illegible]



第 1 圖



第 2 圖



第 3 圖